

PAT-NO: JP02001264652A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001264652 A
TITLE: OPTICAL SWITCH
PUBN-DATE: September 26, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MATSUURA, TSUKASA	N/A
TSUTSUMI, KAZUHIKO	N/A
FUJITA, ATSUSHI	N/A
YAMADA, KOICHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
mitsubishi electric corp	N/A

APPL-NO: JP2000075885

APPL-DATE: March 17, 2000

INT-CL (IPC): G02B026/08, B81B007/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a small multiple channels optical switch with small joint loss which does not receive the interference of a magnetic field.

SOLUTION: (1) By turning on electricity on an electromagnet 5 and drawing magnetic materials 6A-6H, all flexible members 4A-4H are sagged to a down side. When the electric current to the electromagnet 5 is cut, the magnetic materials 6A-6H are pulled and latched to a permanent magnet 9A. (2) when the voltage is

applied from electric switches 12A, 12B and 12C to
conductors 7A, 7B and 7C
which are directly under the flexible members 4A, 4B and 4C
for bearing
reflective surfaces 3A, 3B and 3C close to an optical fiber
1 for exit light
rather than reflective surface 3D to use, the flexible
members 4A, 4B and 4C
are pulled to a lower side by the electrostatic force. (3)
When it turns on
electricity on the electromagnet 5 so that the magnetic
field acted from the
permanent magnet 9A to the magnetic materials 6A-6H may be
compensated, the
elastic reversion is performed except the flexible members
4A, 4B and 4C. When
the electric current made flow on the electromagnet 5 and
the electric switch
12 are turned off in this state, each reflecting mirror is
latched.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-264652
(P2001-264652A)

(43) 公開日 平成13年9月26日 (2001.9.26)

(51) Int.Cl.¹

識別記号

F I

テ-73-ド* (参考)

G 0 2 B 26/08

G 0 2 B 26/08

E 2 H 0 4 1

B 8 1 B 7/02

B 8 1 B 7/02

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願2000-75885(P2000-75885)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(22) 出願日

平成12年3月17日 (2000.3.17)

(72) 発明者 松浦 司

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 堤 和彦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74) 代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光スイッチ

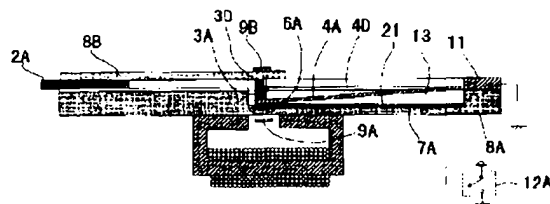
(57) 【要約】

【課題】 本発明は、磁界の干渉を受けずに、小型で結合損失の小さい多チャンネル光スイッチを得ることを目的としている。

【解決手段】 (1) 電磁石5に通電し、磁性体6A～6Hを引きつけ、全ての可撓性部材4A～4Hを下側に撓ませる。電磁石5への電流を切ると、磁性体6A～6Hは永久磁石9Aに引かれてラッチされる。

(2) 使用したい反射面3Dよりも、出射光用光ファイバー1に近い反射面3A、3B、3Cを担う可撓性部材4A、4B、4Cの直下にある導電体7A、7B、7Cに、電気スイッチ12A、12B、12Cから電圧を印加すると、静電力がで可撓性部材4A、4B、4Cは下側に引かれる。

(3) 永久磁石9Aから磁性体6A～6Hに働く磁界を打ち消すように、電磁石5に通電すると、可撓性部材4A、4B、4C以外は弾性復元する。この状態で、電磁石5に流す電流と電気スイッチ12を切ると各反射鏡はラッチされる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の入力用光路とこれらと対応関係にある複数の出力用光路とを離間して配置された基台と、該基台に片持ち支持され、その自由端部に上記入力用光路と上記出力用光路との間に位置するように光路変更手段を有する複数の可撓性部材と、

上記基台に上記可撓性部材と対向して延在するように配設された複数の導電性部材と、

上記複数の可撓性部材と対向するように上記基台に保持され、付勢時に第1段階として上記可撓性部材の全てに10 対し上記導電性部材側に移動させるように電磁力を作用させ、上記光路変更手段を第一位置から第二位置に移動させ、第2段階として選択された上記光路変更手段を第二位置から第一位置に移動させる電磁石と、

上記各可撓性部材に対応して上記基台に配置され、上記第2段階を経過して電磁石の消勢後上記光路変更手段を上記第二位置に保持する永久磁石と、

上記各導電性部材に接続され、上記第1段階後、上記選択された上記光路変更手段以外に対応する上記可撓性部材に静電力を作用させるように対向する上記導電性部材20 に所定の電位を付与し、上記電磁石の消勢後に電位を消去する電位付与手段とを備えた光スイッチ。

【請求項2】 上記入力用光路または上記出力用光路の一方が単数光路で、他方が複数光路であって、上記可撓性部材が上記単数光路の延長上に上記光路変更手段を配置されるように固定されたことを特徴とする請求項1に記載の光スイッチ。

【請求項3】 上記選択された上記光路変更手段が、所定の上記光路変更手段を含んで上記単数光路より遠い光路変更手段であることを特徴とする請求項2に記載の光30 スイッチ。

【請求項4】 上記選択された上記光路変更手段が、所定の上記光路変更手段のみであることを特徴とする請求項2に記載の光スイッチ。

【請求項5】 上記選択された上記光路変更手段が、所定の上記光路変更手段以外の光路変更手段であることを特徴とする請求項2に記載の光スイッチ。

【請求項6】 上記単数光路から最遠上記光路変更手段が、上記支持台に直接固定されていることを特徴とする請求項2に記載の光スイッチ。

【請求項7】 上記光路変更手段がシリコンを母材として表面を金属で覆われていることを特徴とする請求項1に記載の光スイッチ。

【請求項8】 上記基台の上記導電性部材側が上記可撓性部材の可撓形状であることを特徴とする請求項1に記載の光スイッチ。

【請求項9】 上記光路変更手段を上記第一位置に保持する永久磁石を有することを特徴とする請求項1に記載の光スイッチ。

【請求項10】 上記複数の入力用光路とこれらと対応

関係にある複数の出力用光路との光路長を等しくしたことを特徴とする請求項1に記載の光スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、特に光通信分野において、光ファイバ伝送路や光受信端末装置を切換える光スイッチに関する。

【0002】

【従来の技術】図10は、例えば特開昭58-194001号公報に示された従来の光スイッチを示す図であり、(a)は正面図、(b)は側面図である。図において、110は、支持台、111、112はガイド、113は移動体、116は反射鏡、117は永久磁石、118、119は電磁石、120、121はストッパ、122、125、127は光ファイバ、123、124、126はレンズである。

【0003】また、ブロック状の移動体113には孔114、115が設けられており、その孔114、115にはガイド111、112が貫通している。そのため、移動体113はガイドの軸方向に摺動して移動可能である。移動体113の上部にはガイド軸と45度の傾斜面をなして反射鏡116が固設されており、内部には軸方向に両極性を有する永久磁石117が埋設されている。極性は図上で左側がN極、右側がS極である。

【0004】さらに、支持台110の外側、ガイド111、112の軸方向には電磁石118、119がそれぞれ配置され、支持台110の内側、ガイド111の両端面にはガイド111と偏位した位置に丸棒状のストッパ120、121が固設され移動体113の端面が衝合するようになっている。反射鏡116の一方側には光ファイバ122がレンズ123を介して光軸上に設けられ、他方側の移動両端の光軸上にはレンズ124、126、光ファイバ125、127が配置されている。

【0005】次に、動作について説明する。まず、永久磁石117が電磁石118のコアに対して吸引するようになっているので、ガイド111、112に支持され、ストッパ120に衝合することにより、移動体113は停止位置が定まっている。次に、図示しない電源スイッチを介して永久磁石と対向する電磁石118の磁極をN極、電磁石119の磁極をS極となるように励磁すると、移動体113は図の実線状態から磁力の反発吸引作用でガイド111、112に沿って移動し、支持台110の他方のストッパ121と衝合して停止する。この状態で電磁石118、119への通電を断つと、永久磁石117の磁力が電磁石119のコアを吸引するように作用し、その方向へ移動体を付勢するので、移動体の停止位置が定まる。

【0006】このような移動体113の移動により、光ファイバ122からの光信号はレンズ123によってビームとなり、反射鏡116によって偏向された光ビーム

がレンズ124、光ファイバ125への伝送が、レンズ126、光ファイバ127への光路へと切り替えられる。電磁石118、119への励磁を上記と逆に行うと、移動体113は元に戻って光ファイバ125への光路が確保される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の光スイッチはこのような構成されているため、1台では入出力が1×2の光スイッチしか構成できなかった。したがって、多チャンネル光スイッチを構成するためには、磁石の磁界干渉があり、光スイッチを必要台数だけ結合する必要があった。そのため、光スイッチが大型になり、結合損失も大きいなどの問題があった。この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、小型で結合損失の小さい多チャンネル光スイッチを得ることを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明に係る光スイッチにおいては、複数の入力用光路とこれらと対応関係にある複数の出力用光路とを離間して配置された基台と、該基台に片持ち支持され、その自由端部に上記入力用光路と上記出力用光路との間に位置するように光路変更手段を有する複数の可撓性部材と、上記基台に上記可撓性部材と対向して延在するように配設された複数の導電性部材と、上記複数の可撓性部材と対向するように上記基台に保持され、付勢時に第1段階として上記可撓性部材の全てに対し上記導電性部材側に移動させるように電磁力を作用させ、上記光路変更手段を第一位置から第二位置に移動させ、第2段階として選択された上記光路変更手段を第二位置から第一位置に移動させる電磁石と、上記各可撓性部材に対応して上記基台に配置され、上記第2段階を経過して電磁石の消勢後上記光路変更手段を上記第二位置に保持する永久磁石と、上記各導電性部材に接続され、上記第1段階後、上記選択された上記光路変更手段以外に対応する上記可撓性部材に静電力を作用させるように対向する上記導電性部材に所定の電位を付与し、上記電磁石の消勢後に電位を消去する電位付与手段とを備えたものである。

【0009】また、上記入力用光路または上記出力用光路の一方が単数光路で、他方が複数光路であって、上記可撓性部材が上記単数光路の延長上に上記光路変更手段を配置されるように固定されたものである。

【0010】さらに、上記選択された上記光路変更手段が、所定の上記光路変更手段を含んで上記単数光路より遠い光路変更手段であるものである。

【0011】また、上記選択された上記光路変更手段が、所定の上記光路変更手段のみであるものである。

【0012】さらにまた、上記選択された上記光路変更手段が、所定の上記光路変更手段以外の光路変更手段であるものである。

【0013】さらに、上記単数光路から最遠上記光路変更手段が、上記支持台に直接固定されているものである。

【0014】また、上記光路変更手段がシリコンを母材として表面を金属で覆われているものである。

【0015】さらにまた、上記基台の上記導電性部材側が上記可撓性部材の可撓形状であるものである。

【0016】また、上記光路変更手段を上記第一位置に保持する永久磁石を有するものである。

10 【0017】さらに、上記複数の入力用光路とこれらと対応関係にある複数の出力用光路との光路長を等しくしたものである。

【0018】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は、本発明の実施の形態1に係る光スイッチ20の全体平面図であり、図2は図1のA-A'線に沿った断面図である。図において、8A、8B、11は、複数の入力用光路とこれらと対応関係にある複数の出力用光路とを離間して配置された基台であるシリコンからなる支持基板、1は、出力用光路として用いる1本の出射光用光ファイバー、2A、2B、2C、2D、2E、2F、2G、2Hは、互いにおおむね平行に配置され、出射光用光ファイバー1の長手方向と直角になるよう支持基板11上に形成されたファイバー保持溝10にはめ込まれて、支持基板11の厚み方向(図2で上下方向)で所定高さに固定されている入力用光路である入射光用光ファイバー、3A、3B、3C、3D、3E、3F、3G、3Hは、出射光用光ファイバー1からの出射光を反射して、入射光用光ファイバー2に光を入射させるための光路変更手段であるシリコンからなる反射面、6A、6B、6C、6D、6E、6F、6G、6H(6B〜6Hは図示せず。)は、Fe-NiやNiなどの軟磁性体からなる磁性体、4A、4B、4C、4D、4E、4F、4G、4Hは支持基板11に片持ち支持され、その自由端部に上記入力用光路と出力用光路との間に位置するように反射面3A〜3Hと磁性体6A〜6Hとを有する複数の可撓性部材である。

【0019】また、13は、可撓性部材4A〜4Hが図2に対し下側に撓むことができるように、支持基板8Aに形成した溝、7A、7B、7C、7D、7E、7F、7G、7Hは上記溝13に上記可撓性部材4A〜4Hと対向して延在するように配設された複数の導電性部材、21は、各導電体7A〜7H上形成された(図1では破線で示し、また図2では7Aのみ示した)、たとえば1μm厚のシリコン酸化膜やシリコン窒化膜からなる絶縁体薄膜である。

【0020】5は、コア5Aとコイル5Bから構成されて、可撓性部材4A〜4Hと対向するように支持基板8Aに保持され、付勢時に第1段階として可撓性部材4A〜4Hの全てに対し導電体7A〜7H側に移動させるよ

うに電磁力を作用させ、上記光路変更手段を第一位置から第二位置に移動させ、第2段階として選択された反射面3を第二位置から第一位置に移動させる電磁石である。

【0021】9Aは、可撓性部材4A~4Hに対応して支持基板8Aに配置され、上記第2段階を経過して電磁石の消勢後反射鏡3を上記第二位置に保持する永久磁石、9Bは反射鏡3を上記第一位置に保持する永久磁石、12A、12B、12C、12D、12E、12F、12G、12H(12B~12Hは図示せず。)は、導電体7A~7Hに接続され、上記第1段階後、上記選択された反射鏡3以外に対応する可撓性部材4に静電力を作用させるように対向する導電体3に所定の電位を付与し、上記電磁石の消勢後に電位を消去する電位付与手段の電機スイッチである(便宜上図1には、支持基板8A、8Bと永久磁石9A、9Bおよび電磁石5は図示せず。)

【0022】尚、反射面3A~3Hは、出射光用光ファイバー1の長手方向(図1で上下方向)と入射光用光ファイバー2A~2Hの長手方向(図1で左右方向)に対し、それぞれ45度の角度となるよう配置されている。

【0023】図3および図4は、本実施の形態における光スイッチ20の光路変更の動作を説明するための、光スイッチの全体平面、およびA-A'線に沿った断面図である。図において、今、出射光用光ファイバー1からの光を、反射面3Dで反射させて、入射光用光ファイバー2Dに入射させる場合についてスイッチング方法を説明する。

【0024】(1)初期状態として反射鏡3A~3Hは図に示す第一位置にある。まず、第1段階として、電磁石5に通電し、磁性体6A~6Hを引きつけることにより、全ての可撓性部材4A~4Hを図4の下側に撓ませる。可撓性部材4A~4Hが撓んだ状態は、図4の4Aに示すように、可撓性部材の先端が溝13に引き込まれ、絶縁体薄膜21に接触した状態である。この状態で、電磁石5に流す電流を切ると、磁性体6A~6Hは永久磁石9Aに引かれて、全ての可撓性部材4A~4Hはそのまま撓んだ状態を保持する(ラッチされる)。この状態においては、全ての反射面3A~3Hが、出射光用光ファイバー1からの出射光よりも低い第2位置にあるため、出射光はいずれの入射光用ファイバー2に入射しない。

【0025】(2)次に、使用したい反射面3Dよりも、少なくとも出射光用光ファイバー1に近い反射面3A、3B、3Cを担う可撓性部材4A、4B、4Cの直下にある導電体7A、7B、7Cに、電気スイッチ12A、12B、12Cから電圧を印加する。すると、電圧を印可された導電体7A、7B、7Cとその直上にある可撓性部材4A、4B、4Cの間に静電力が働き、可撓性部材4A、4B、4Cは図4の下側に引かれる。

【0026】(3)次に第2段階として、永久磁石9Aから磁性体6A~6Hに働く磁界を打ち消すように、電磁石5に(1)で磁性体6A~6Hを引きつけた時と逆の方向に通電する。この電磁力によって、静電力が働いていない可撓性部材4D~4Hは、下に引きつけられる力が弱くなるため、可撓性部材自身の弾性復元力にまっすぐになり、それに伴い反射面3D~3Hも上昇する。

【0027】上記の状態、電磁石5に流す電流を切ると、磁性体6D~6Hは永久磁石9Bに引かれ、可撓性部材4D~4Hはまっすぐな状態を保持する(ラッチされる)。

【0028】(4)次に、電気スイッチ12A、12B、12Cからの電圧を切り、導電体7A、7B、7Cと可撓性部材4A、4B、4Cの電位を同じにする。ここで、導電体7A、7B、7Cと可撓性部材4A、4B、4Cの間の静電力は0になるが、可撓性部材4A、4B、4Cは既に撓んだ状態であるため、磁性体6A、6B、6Cは永久磁石9Aによって引かれており、撓んだ状態を保つ(ラッチされている)。

【0029】以上の手順で、スイッチングが行われ、出射光用光ファイバー1からの光は、反射面3Dで反射され、入射光用光ファイバー2Dに入射する。図3で光路を矢印で示す。また、撓んでいる可撓性部材4A、4B、4Cには斜線を施して示した。

【0030】上記で説明したスイッチング動作について計算データを用いて再度説明する。ここで、可撓性部材4A~4Hは、シリコン材で形成されており、長手方向(図1で左右方向)が10mm、幅方向(図1で上下方向)が180μm、厚み方向(図2で上下方向)が50μmとし、可撓性部材4A~4Hの裏面には、それぞれ、厚みが約5μmの磁性体6A~6Hが形成されている(ただし、図2では6Aのみ示している)。

【0031】図5は電磁石5、永久磁石9A、9Bにより、1つの磁性体(たとえば6A)に作用する力と1個の可撓性部材(たとえば4A)の力関係を示した図である。図において、横軸は可撓性材料4Aの先端部分の撓み、縦軸は磁性体6Aに作用する磁力である。図中、太い実線は可撓性材料4Aの撓みの復元力、□は電磁石5に電流を流し、磁性体(たとえば6A)を下向きに引きつけたときに(このとき起磁力は28A・Turns)磁性体6Aに作用する磁力、△は電磁石5に上記と逆向きの電流を流し、磁性体6Aを上向きに引きつけたときに(このとき起磁力は-28A・Turns、マイナスは逆方向を示す)磁性体6Aに作用する磁力、○は電磁石5に電流を流さない場合の磁性体6Aに作用する磁力であり、いずれも、可撓性材料4Aの撓みによって異なる値を示す。

【0032】たとえば、前述(1)において、電磁石5に電流を流し、磁性体6A~6Hを引きつけて、全ての

【0037】さらに、本実施の形態においては、入射用 50

50 【0044】実施の形態3. 図9は、本発明の実施の形

態3に係る光スイッチの平面図である。本実施例では、図1の実施の形態1と比較すると明らかなように、可撓性部材7H、導電体7H、磁性体6H、電気スイッチ12Hを実施の形態1から除外した構造であり、他は同じである。実施の形態1で光路の切り替え方法を説明したように、使用する反射面3より、出射光用光ファイバー1に近い反射面は、溝13内に退避しておき、使用する光路を妨げないようにする必要がある。

【0045】このような制御方法を考慮すると、反射面13Hより出射光用光ファイバー1から遠い反射面はないため、反射面13Hは溝13内に退避する必要がない。従って、可撓性部材7Hは不要であり、反射面13Hは直接支持基板11に接続されていても良い。ただし、光路切り替えの動作中に、少なくとも1度は出射光用光ファイバー1と反射面13と入射光用光ファイバー2Hの間で光路が形成されるため、これがノイズ信号とならない場合には有効な構造である。本実施の形態によれば、光路の数よりも少ない可撓性部材、導電体、磁性体、電気スイッチでスイッチを構成できるため、実施の形態1よりもさらに構造が簡単になるという利点がある。

【0046】

【発明の効果】この発明は、以上説明したように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。

【0047】上記各導電性部材に接続され、上記第1段階後、上記選択された上記光路変更手段以外に対応する上記可撓性部材に静電力を作用させるように対向する上記導電体部材に所定の電位を付与し、上記電磁石の消勢後に電位を消去する電位付与手段とを備えたことにより、磁界の干渉を受けずに多チャンネル光スイッチを構成でき、小型で結合損失の小さい多チャンネル光スイッチを得ることができる。

【0048】また、入力用光路または出力用光路の一方が単数光路で、他方が複数光路であって、可撓性部材が上記単数光路の延長上に上記光路変更手段を配置されるように固定されたことによって、小型で結合損失の小さい1×Nチャンネルの光スイッチを得ることができる。

【0049】さらに、選択された光路変更手段が、所定の光路変更手段を含んで上記単数光路より遠い光路変更手段であることによってスイッチング操作を簡易にできる。

【0050】また、選択された光路変更手段が、所定の光路変更手段のみであることにより、静電力に要する負荷を小さくできる。

【0051】さらにまた、選択された光路変更手段が、所定の上記光路変更手段以外の光路変更手段であることによってスイッチング操作を簡易にできる。

【0052】また、単数光路から最遠上記光路変更手段が、上記支持台に直接固定されていることによって、可撓性部材を減らせよりチャンネル数を増加できる。

【0053】さらに、光路変更手段がシリコンを母材と

して表面を金属で覆われていることによって、反射率が高く、結合損失の小さい光スイッチを得ることができる。

【0054】また、基台の上記導電性部材側が上記可撓性部材の可撓形状であることによって、小さい印加電圧で大きな静電力を得ることができ、消費電力を小さくでき、スイッチング動作の信頼性を高めることができる。

【0055】さらにまた、光路変更手段を第一位置に保持する永久磁石を有することによって、光路確保を向上させた自己保持形光スイッチを得られる。

【0056】また、上記複数の入力用光路とこれらと対応関係にある複数の出力用光路との光路長を等しくしたことによって、スイッチングの際に結合損失のばらつきが小さく、特性の安定した光スイッチが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1の光スイッチを説明するための平面図である。

【図2】 実施の形態1の光スイッチを説明するための断面図である。

【図3】 実施の形態1の光スイッチの動作を説明するための平面図である。

【図4】 実施の形態1の光スイッチの動作を説明するための断面図である。

【図5】 実施の形態1の光スイッチの動作を更に詳しく説明するための図である。

【図6】 実施の形態1の光スイッチの動作を更に詳しく説明するための図である。

【図7】 実施の形態2の光スイッチを説明するための平面図である。

【図8】 実施の形態2の光スイッチを説明するための断面図である。

【図9】 実施の形態3の光スイッチを説明するための平面図である。

【図10】 (a) 従来の光スイッチを説明するための平面図である。

(b) 従来の光スイッチを説明するための側面図である。

【符号の説明】

1 出射光用光ファイバー、2A、2B、2C、2D、2E、2F、2G、2H 入射光用光ファイバー、3A、3B、3C、3D、3E、3F、3G、3H 反射面、4A、4B、4C、4D、4E、4F、4G、4H 可撓性部材、5 電磁石、5A コア、5B コイル、6A、6B、6C、6D、6E、6F、6G、6H 磁性体、7A、7B、7C、7D、7E、7F、7G、7H 導電体、8A、8B 支持基板、9A、9B 永久磁石、10 ファイバー保持溝、11 支持基板、12A、12B、12C、12D、12E、12F、12

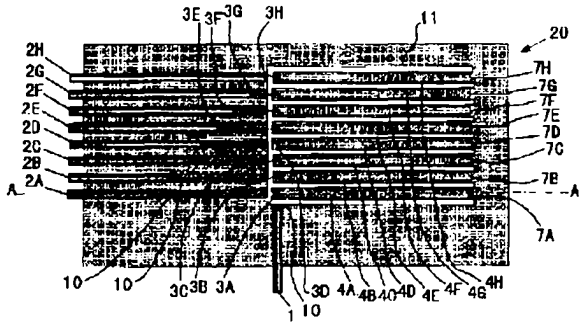
11

G、12H 電気スイッチ、13 溝、20 光スイッチ、21 絶縁体薄膜、110 支持台、111、112 ガイド、113 移動体、114、115 孔、116 反射鏡、117 永久磁石、1

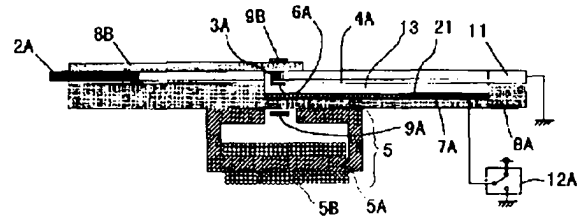
12

18、119 電磁石、120、121 ストップ、122、125、127 光ファイバ、123、124、126 レンズ。

【図1】

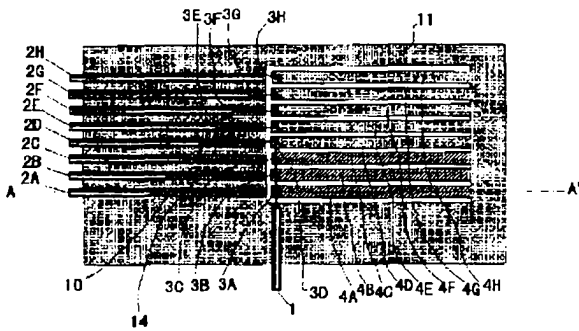


【図2】

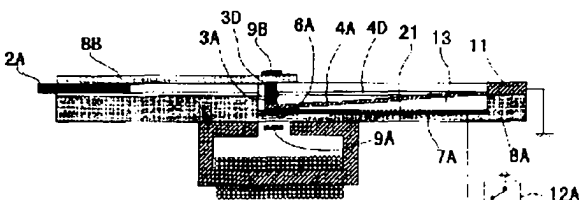


【図5】

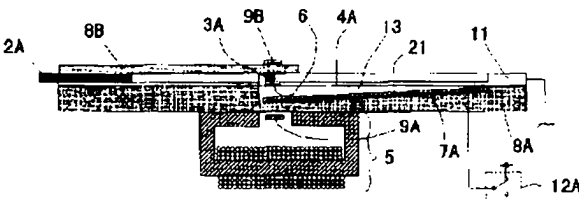
【図3】



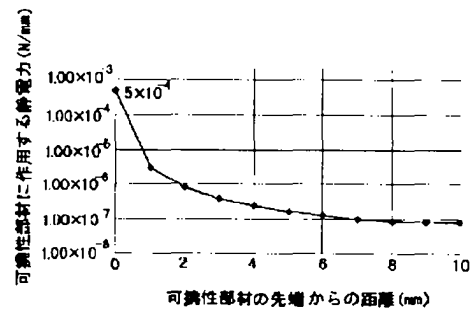
【図4】



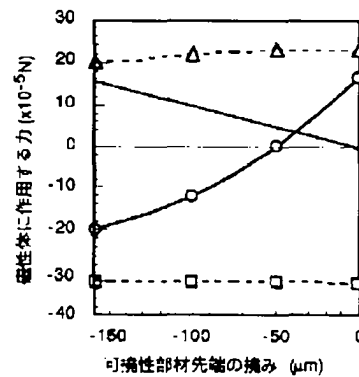
【図7】



【図6】



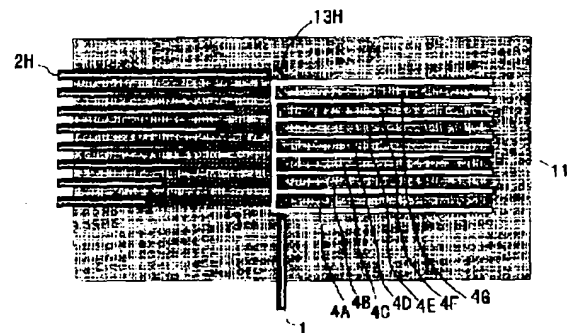
— 可磁性材料の復元力
 ---△--- 起磁力=28A-turns
 ---○--- 起磁力=0A-turns
 ---□--- 起磁力=28A-turns



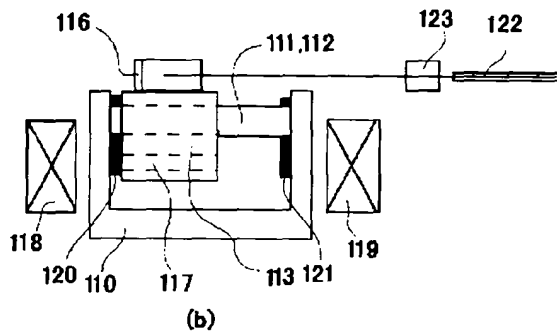
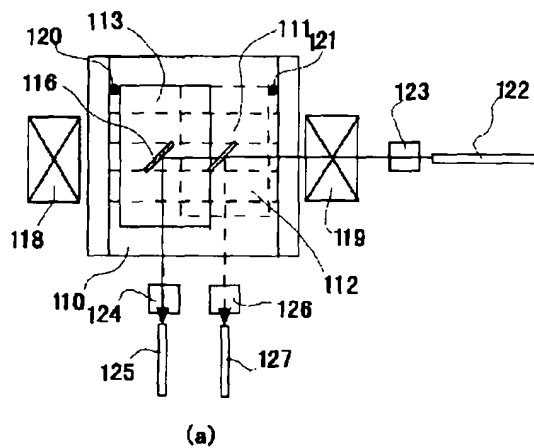
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 藤田 淳
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 山田 康一
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内
Fターム(参考) 2H041 AA14 AB13 AC05 AC06 AZ02
AZ03 AZ05